

LA PERCEPTION GUSTATIVE DE L'HOMME PEUT-ELLE VARIER EN FONCTION DE L'ÉTAT PHYSIOLOGIQUE ?

DOES TASTE PERCEPTION IN HUMANS VARY ACCORDING TO THE PHYSIOLOGICAL STATE?

A. MAREZ ¹, B. SIMMEN ², Marie-Odile MONNEUSE ², L. RAZANAMPARANY ³,
Patrick PASQUET ⁴, Claude-Marcel HLADIK ²

RÉSUMÉ

Alors que des études chez l'homme en état de faim ou de satiété montrent surtout des variations de la valeur hédonique (préférence/aversion) de solutions de sucre, les seuils de reconnaissance de différentes saveurs apparaissent comme des caractéristiques individuelles stables, ainsi que Pangborn, dès 1959, l'avait observé sur un petit nombre de sujets. Cependant, des travaux récents semblaient démontrer qu'une privation calorique était associée à une augmentation de la sensibilité gustative (définie par le seuil de reconnaissance) pour des solutions de sucre et de sel. Cette relation n'a pas été confirmée par une nouvelle série de tests en aveugle avec six substances pures incluant des sucres et du sel ainsi que deux produits amers, et de la glycyrrhizine (régliasse purifiée), sur des sujets à jeun, et sur les mêmes sujets après un repas riche en énergie. Les seules variations observées sont celles des valeurs hédoniques attribuées au saccharose, significativement supérieures chez les femmes en début de cycle menstruel (phase folliculaire).

Mots-clés : perception gustative, faim, satiété, seuils de reconnaissance, cycle menstruel.

ABSTRACT

Although studies of humans in a state of hunger or satiety show variations in hedonic responsiveness (preference/aversion) to sugar, the taste recognition thresholds for different substances appear to be stable individual characteristics, as Pangborn, beginning in 1959, observed on a small sample of human subjects. However, a recent study suggests that caloric deprivation is associated with increasing taste sensitivity (as defined by the recognition thresholds) to sugar and salt solutions. Such a variation between taste sensitivity and short-term energy balance was not confirmed by our blind tests with 6 substances including sugars and salt, as well as two bitter products and glycyrrhizin (purified liquorice) on fasting subjects, and on the same subjects after an energy-rich meal. The only variations observed are hedonic values for sucrose that are significantly higher for females in the first phase of the menstrual cycle.

Keywords: *taste perception, hunger, satiety, recognition thresholds, menstrual cycle.*

-
1. IUT, Département Génie Biologique, Université de Paris 12, 94000 Créteil, France, e-mail : amarez@univ-paris12.fr
 2. UMR 5145, CNRS-MNHN, Éco-Anthropologie et Ethnobiologie, 4 avenue du Petit Château, 91800 Brunoy, France.
 3. Université d'Antananarivo, Laboratoire de Biochimie Appliquée aux Sciences de l'Alimentation et de la Nutrition (LABASAN), B.P. 906, Antananarivo, 101, Madagascar.
 4. UMR 5145, CNRS-MNHN, Éco-Anthropologie et Ethnobiologie, Musée de l'Homme, 17 place du Trocadéro, 75116 Paris, France.

INTRODUCTION

Les variations de la valeur hédonique (préférence ou aversion) de solutions de substances sapides (sucres, sel, etc.), qui sont des composants de la plupart de nos aliments) ont été clairement observées en fonction de l'état de faim ou de satiété chez le rat (Berridge 1991). Chez l'homme, une synthèse présentée par Nasser (2001) montre que les variations des réponses hédoniques (motivation et intensité du déplaisir/plaisir) pourraient contribuer au développement de l'obésité. En effet, l'état énergétique et le contexte socioculturel peuvent influencer la valeur affective associée au goût des aliments comme l'ont montré Moskowitz *et al.* (1975) sur une population d'ouvriers indiens où la situation de diète pouvait modifier les préférences alimentaires par simple stimulation sans qu'intervienne une modification de la perception gustative.

Pour comprendre les mécanismes de régulation de la prise alimentaire en relation avec l'état hormonal, les variations de l'appréciation des goûts selon le cycle menstruel ont été recherchées (Wright, Crow 1973 ; Aaron 1975 ; Weizenbaum *et al.* 1980 ; Pliner, Fleming 1983 ; Frye *et al.* 1994). En ce qui concerne le chlorure de sodium, une étude des préférences à l'égard de diverses concentrations montre des différences selon les périodes du cycle des femmes, mais, comme dans le cas du sucre, il n'y a pas de différences significatives pour la perception de l'intensité du goût salé (Frye, Demolar 1994).

La perception gustative, mesurée par les seuils de reconnaissance de solutions pures de produits sapides (sucres, sels, acides, quinine, etc.), est généralement considérée comme un caractère stable de l'individu. Par exemple, certains individus sont capables de percevoir le goût amer du phénylthiocarbamide (PTC), ou du propylthiouracile (PROP) alors que d'autres y sont quasiment insensibles (voir revue dans Hladik, Pasquet 1999).

Toutefois, la possibilité d'une variation à court terme du seuil de reconnaissance gustative, notamment en fonction de l'état de jeûne ou de satiété, a été récemment évoquée. Zverev, s'appuyant sur les résultats de travaux qui suggèrent une possible influence de l'état physiologique sur l'acuité gustative – observations de Alberti Fidanza *et al.* (1998) sur l'influence des facteurs hormonaux sur le seuil de sensibilité gustative, et de Glöckner *et al.* (1986) qui montrent la modification des seuils de reconnaissance gustatifs durant une cure de

réduction pondérale de sujets massivement obèses – émet l'hypothèse que des variations de la perception gustative pourraient être reliées à la privation calorique ou inversement à l'état de satiété (Zverev 2004). En fonction des résultats d'une expérience conduite sur 16 étudiants de l'université du Zimbabwe, il suggère que l'acuité gustative vis-à-vis de solutions de sucre ou de sel augmente après une période de jeûne, alors que le seuil de reconnaissance de la quinine ne varie pas. Cette possibilité d'une variation à court terme, en fonction de l'état métabolique, des caractéristiques psychophysiques individuelles est l'objet d'un débat qui n'est pas nécessairement clos (Pasquet *et al.* sous presse).

Le problème de la variabilité de la perception gustative en fonction de l'état physiologique a été souvent évoqué ; toutefois, la perception périphérique (qui détermine la sensibilité aux différentes substances) ne doit pas être confondue avec les réponses hédoniques. Les travaux de Pangborn (1959) qui avaient pour but de préciser les limites de ces variations respectives, n'ont montré aucune variation du seuil de perception à court terme ; cependant seulement huit sujets entraînés participaient à ce test alors que le travail de Zverev (2004), sur la même problématique, concernait 16 sujets.

Considérant les implications possibles de ces résultats, pouvant ouvrir un champ de recherche sur le lien éventuel entre acuité gustative et métabolisme énergétique, il nous a semblé indispensable de reproduire les résultats de Zverev et de Pangborn, selon une méthodologie rigoureuse, en y ajoutant les mesures d'intensité de perception et de valeurs hédoniques de solutions concentrées dont la saveur est reconnue.

MÉTHODES

Deux groupes A et B de 12 étudiants (en début d'enseignement en diététique à l'IUT de Créteil) ont été constitués, formés en majorité de femmes (21 femmes et trois hommes) dont la moyenne d'âge était de 26 ans (18 à 56 ans), n'étant pas en surpoids (indice de masse corporelle $< 25 \text{ kg/m}^2$; moyenne = $21,6 \text{ kg/m}^2$), après avoir obtenu leur consentement éclairé, en fonction du protocole présenté ci-dessous. D'après la date de leurs dernières règles, la moitié des femmes se trouvait dans la première phase du cycle, phase folliculaire (phase 1), tandis que les autres se trouvaient au moment présumé de leur ovulation ou en phase lutéinique (phases 2 + 3).

Les étudiants ont reçu des consignes concernant les conditions de jeûne (dernier repas pris la veille au soir vers 20 heures), ainsi que les conditions de satiété, un repas standard étant pris à midi, au restaurant universitaire, complété par une prise alimentaire *ad libitum*, avant le test, d'un aliment à valeur calorique élevée (mélange de crème de marron et de fromage blanc). Le groupe A fut d'abord testé à jeun (dernier repas la veille au soir), puis après le repas de midi, l'ordre étant inversé pour le groupe B. Les deux essais furent faits avec un même intervalle de 48 à 72 heures entre les deux sessions, afin que les femmes se trouvent sensiblement dans le même état hormonal.

Avant chaque session de tests, les sujets ont évalué leur état de faim sur une échelle à neuf points. Ils devaient ensuite évaluer, sur une échelle à neuf points, les intensités perçues (de « rien » à « très intense »), puis déterminer, sur une autre échelle à neuf points, la valeur de plaisir/déplaisir (de « extrêmement mauvais » à « extrêmement bon ») correspondant à cinq solutions de saccharose (60 ; 120 ; 240 ; 480 et 960 mM) et de chlorure de sodium (10, 32, 100, 320, et 1000 mM).

Les profils de réponses psycho-hédoniques aux solutions de saccharose ont été établis pour chaque individu. Ceux-ci ont été classés en deux catégories en fonction de la dynamique des réponses hédoniques, selon les critères de Thompson *et al.* (1976). Les « goûteurs de sucre » de type II (amateurs de sucre) présentent des valeurs hédoniques croissantes au moins jusqu'à 970 mM ; tous les autres sujets sont considérés de type I.

Les tests concernant l'acuité de la perception gustative, pratiqués au cours des mêmes sessions, ont porté sur la reconnaissance de six substances en solution (produits chimiquement purs) dans une eau très faiblement minéralisée. Chaque produit était présenté dans l'ordre des dilutions croissantes, les pas des solutions étant de deux types : soit un pas de 0,3 log pour le saccharose (de 2 à 1000 mM), pour le fructose (de 2 à 1000 mM), pour le sulfate de quinine (de 0,0004 à 1,6 mM) et pour la glycyrrhizine (régisse purifiée, produit d'Extrasynthèse, Lyon, de 0,015 à 1g/l), soit un pas de 0,25 log pour le chlorure de sodium (de 1,77 à 1000 mM) et pour le 6-n propylthiouracile (PROP, de 0,001 à 3,2 mM).

La détermination du seuil de reconnaissance a été effectuée selon la procédure en simple aveugle décrite par Simmen *et al.* (2004). Après avoir informé l'étudiant(e) sur le protocole expérimental et les saveurs susceptibles d'être reconnues (sucrée, salée, acide, amère, réglisse),

chacune de ces séries de dilutions était testée en simple aveugle, l'ordre de présentation des produits étant aléatoire ; toutefois, sans que les sujets soient au courant de ce détail du protocole, nous avons systématiquement placé la série des dilutions de PROP en fin de session afin d'éviter qu'un goût amer perçu, dans certains cas, comme extrêmement violent, ne risque de perturber les tests. Les solutions, présentées dans une petite cuiller en matière plastique, étaient goûtées en commençant par les moins concentrées. Elles étaient toujours recrachées, et la bouche rincée entre chaque dilution avec une eau faiblement minéralisée, identique à celle ayant servi à préparer les solutions.

Lorsque le sujet est capable de nommer le goût de la substance pour deux concentrations successives, il doit tester à nouveau la concentration inférieure. Ce procédé d'avant en arrière et vice-versa est recommencé au moins deux fois, jusqu'au moment où les deux stimulations aux deux concentrations sont à nouveau confirmées. Le seuil de reconnaissance est considéré comme la plus faible concentration reconnue avec certitude. Chacun des expérimentateurs, entraîné à cette méthodologie, a testé les mêmes étudiants en condition de jeûne et de satiété, sans avoir accès, lors du second test, aux résultats précédemment obtenus.

À l'aide du programme Statistica (Version 6, Statsoft Inc., Ok, USA), les seuils de reconnaissance ont été comparés à l'état de jeûne et de satiété, par un test non paramétrique apparié de Wilcoxon. Les variations de l'intensité des saveurs perçues et des valeurs hédoniques, en fonction des concentrations, font l'objet d'une analyse multiple de la variance pour mesures répétées soit selon les états de faim et satiété soit selon les phases du cycle menstruel des femmes au moment du test.

RÉSULTATS

Les variations des intensités perçues, à jeun et à satiété, pour les solutions de saccharose et de chlorure de sodium, ne présentent pas de différence significative entre chacun des états physiologiques, que l'analyse statistique porte sur tous les sujets qui reconnaissent les quatre concentrations les plus fortes [pour le saccharose $F(1,23) = 3,55$; $p = 0,07$] ou sur un effectif inférieur qui reconnaît l'ensemble des cinq concentrations testées dont la concentration la plus faible, proche des seuils de reconnaissance (non connus en début d'expérience) [pour le saccharose $F(1,11) = 2,43$; $p = 0,15$].

Il n'y a pas de différence significative des valeurs hédoniques attribuées aux concentrations de saccharose pour l'ensemble des sujets [$F(1,23) = 0,31$; $p = 0,58$] ou lorsque les sujets goûteurs de type I ($n = 15$) et II ($n = 9$) sont analysés séparément (respectivement $F(1,14) = 0,21$; $p = 0,64$ et $F(1,8) = 0,09$; $p = 0,77$) (fig. 1). Cependant les profils psycho-hédoniques, à jeun et à satiété, des deux types de goûteurs sont différents; en particulier, les amateurs de sucre ont tendance à moins aimer la plus forte concentration de sucre à satiété ($t = -0,24$; $p = 0,08$).

L'ensemble des données des sujets féminins a été analysé en fonction de la période du cycle menstruel

énoncée le jour du test, phase 1 (folliculaire) par rapport aux phases 2 et 3 (ovulation et phase lutéinique). Il n'y a pas de variation des intensités perçues évaluées à divers moment du cycle [$F(1,30) = 0,06$; $p = 0,8$] (fig. 2a). En revanche, les femmes en phase folliculaire attribuent des valeurs hédoniques significativement plus élevées pour le saccharose [$F(1,30) = 7,9$; $p = 0,008$] (fig. 2b). Ce résultat est aussi indiqué par une corrélation positive entre l'appréciation moyenne du saccharose par les femmes et la date de leurs règles, le sucre étant d'autant plus apprécié que les femmes sont proches du début du cycle ($r = -0,46$; $p = 0,007$).

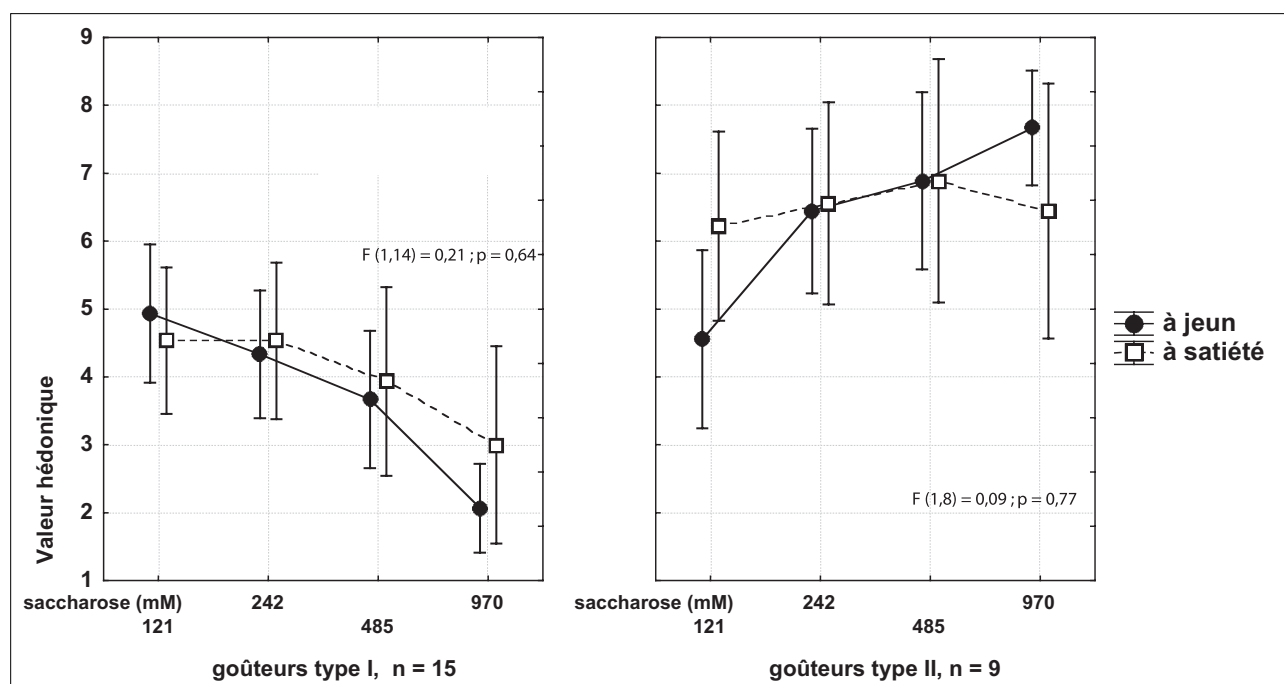


Fig. 1 - Valeurs hédoniques* attribuées aux différentes solutions de saccharose, à jeun et à satiété, par les goûteurs de sucre de type I et II.

* moyennes et intervalles de confiance à 95 %.

Fig. 1—Mean hedonic values* for different sucrose solutions, in fasting and satiated states, for tasters of sugar types I and II.

* vertical bars denote 0.95 confidence intervals.

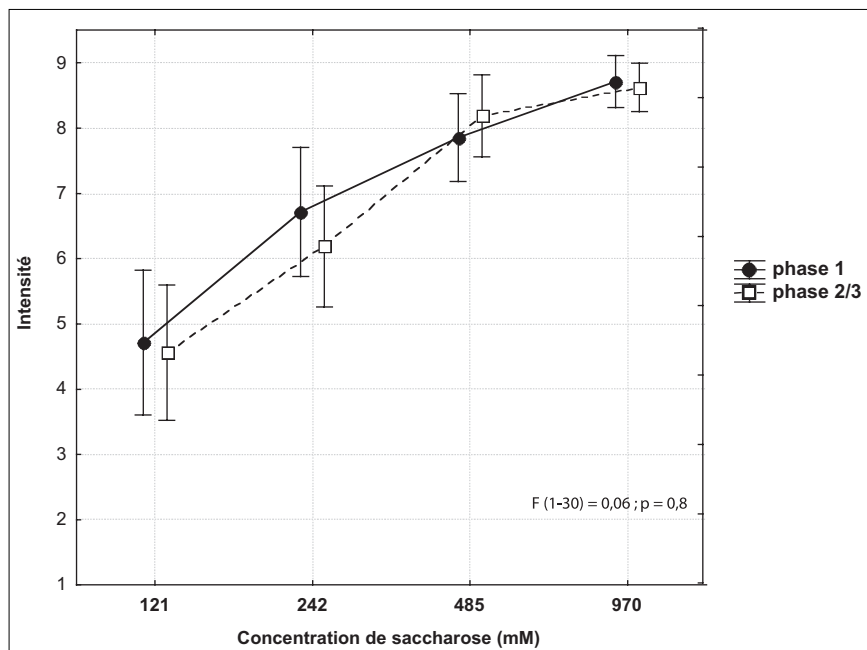


Fig. 2a - Intensités perçues* pour différentes solutions de saccharose, par les femmes (testées deux fois), en fonction de la période du cycle menstruel.

* moyennes et intervalles de confiance à 95 %.

Fig. 2a—Mean intensity values* for different sucrose solutions, in women (twice tested), according to the point in the menstrual cycle.

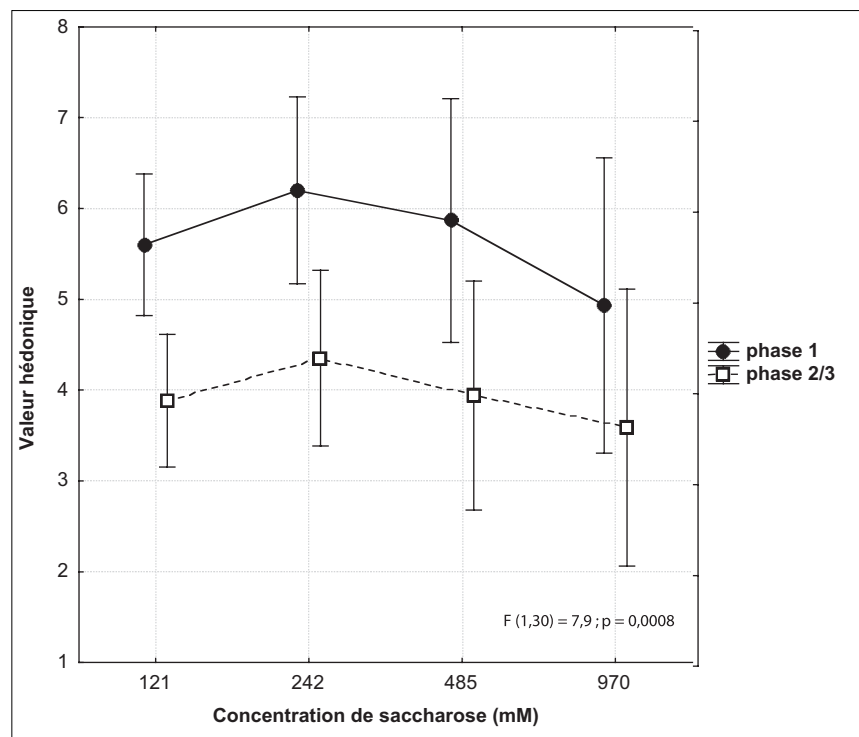
* vertical bars denote 0.95 confidence intervals.

Fig. 2b - Valeurs hédoniques* attribuées aux différentes solutions de saccharose, par les femmes (testées deux fois) en fonction de la période du cycle menstruel.

* moyennes et intervalles de confiance à 95 %.

Fig. 2b—Mean hedonic values* for different sucrose solutions (in mM), in women (twice tested), according to the point in the menstrual cycle.

* vertical bars denote 0.95 confidence intervals.



Les seuils individuels de reconnaissance gustative, dont les moyennes figurent dans le tableau I, varient largement d'un individu à l'autre (par exemple, de 2 à 100 mM pour le chlorure de sodium et de 8 à 120 mM pour le saccharose). L'analyse statistique ne met en évidence aucune différence significative entre ces seuils mesurés, chez un même individu, à jeun et à satiété.

De même, les valeurs des seuils de reconnaissance ne sont pas corrélées avec les auto-évaluations de l'état de

faim, celles-ci étant, comme on pouvait s'y attendre, très significativement différentes ($p < 0,0001$) entre les deux séries de tests effectués à jeun et à satiété (moyennes respectives de 5,4 et 1,8 sur l'échelle à neuf points).

Les valeurs obtenues pour ces seuils ne présentent pas de variation en fonction de la date des règles des sujets féminins.

	À jeun	À satiété
Fructose	46,2 ($\pm 7,2$)	53,8 ($\pm 13,2$)
Saccharose	40,1 ($\pm 7,3$)	41,4 ($\pm 6,1$)
Chlorure de sodium	22,2 ($\pm 5,5$)	19,3 ($\pm 4,3$)
PROP	0,33 ($\pm 0,15$)	0,28 ($\pm 0,11$)
Sulfate de quinine	0,0089 ($\pm 0,0029$)	0,0068 ($\pm 0,0016$)
Régliste purifiée	0,12 ($\pm 0,02$)	0,11 ($\pm 0,02$)

Tabl. I - Moyennes (et erreurs standard) des seuils de reconnaissance gustative de 24 sujets à jeun et après un repas, pour six substances pures (concentrations en mM).

Table I—Mean values ($\pm SE$) of thresholds of taste recognition in 24 subjects, in fasting and satiated states, for 6 pure substances (concentrations in mM).

DISCUSSION

Nos données confirment le caractère stable de la sensibilité gustative individuelle à différentes substances, mesurée par les seuils de reconnaissance, ainsi que l'avait montré initialement Pangborn (1959), et en dépit du point de vue exprimé par Zverev (2004) qui suspectait que des variations de seuil de reconnaissance du goût pouvaient être reliées à la privation calorique ou inversement à l'état de satiété. Ce dernier auteur a réalisé les tests sur 16 sujets (deux groupes de huit), avec seulement trois substances (saccharose, chlorure de sodium et sulfate de quinine). Nous avons repris les mêmes substances parmi les six que nous avons utilisées, afin de nous assurer que les sujets étaient bien intégrés dans un contexte expérimental en aveugle. Les seuils de reconnaissance gustative des sucres et de la quinine ainsi que leurs variations inter-individuelles sont du même ordre de grandeur que les valeurs trouvées dans différentes populations (Hladik, Pasquet 1999).

Ainsi les variations à court terme, pour lesquelles Zverev trouvait une explication possible par l'influence hormonale discutée par Alberti-Fidanza *et al.* (1998), correspondraient à des différences qui, bien que significatives, pourraient résulter d'un artefact de mesure, non reproductible. D'autant plus que les variations du seuil de reconnaissance avec l'état menstruel ne sont pas confirmées par notre étude.

D'une façon générale, les différentes espèces de primates, y compris l'homme, sont caractérisées par des capacités sensorielles distinctes qui reflètent des adaptations à la composition des ressources naturelles de leur environnement, avec des variations notables entre les populations humaines (Hladik, Pasquet 1999). Ainsi la perception gustative des sucres varie considérablement d'une espèce à l'autre et nous avons aussi montré la relation à la taille des espèces, qui traduit la nécessité, pour les animaux de grande taille, de détecter les sucres présents dans un plus grand nombre d'espèces à fruits sucrés, afin d'obtenir un apport énergétique suffisant

(Simmen *et al.* 1995). De ce point de vue, le microcèbe (*Microcebus murinus*) est très particulier, avec un seuil de réponse variable ; d'abord lorsqu'il est maigre et insectivore, il est relativement sensible au sucre ; puis à la fin du cycle saisonnier, il accumule de la graisse sous sa peau et dans sa queue et il devient exclusivement frugivore et moins sensible au saccharose. Cependant, les enregistrements réalisés par Hellekant *et al.* (1993), sur le nerf propre de la gustation du microcèbe, ne montrent pas de variation en réponse à une même concentration de sucre au cours de ces périodes successives du cycle annuel. Ainsi, même dans le cas de cet animal qui présente un seuil de préférence pour des solutions sucrées qui varie entre 30 et 80 mM au cours du cycle saisonnier (Simmen *et al.* 1995), le signal enregistré sur le nerf gustatif ne varie pas en fonction de l'état physiologique.

Dans cet exemple extrême, les variations apparentes des seuils de perception que l'on peut observer par des méthodes comportementales ne découlent pas d'une modification du signal au niveau périphérique, qui est toujours déclenché par la solution la plus diluée. La variation découle, vraisemblablement, des différents signaux véhiculés par les interconnexions neuronales montrées par Rolls (2004) chez les primates, impliquant notamment que le signal de la faim qui agit sur le noyau secondaire de la perception gustative n'influence aucunement la transmission vers le premier relais du nerf gustatif (Yaxley *et al.* 1985).

En ce qui concerne l'espèce humaine, des variations plus ou moins importantes de la perception gustative ont été observées chez les sujet féminins en fonction du cycle menstruel (Than *et al.* 1994 ; Kuga *et al.* 1999).

Or, les seules variations mises en évidence par nos tests portent sur les valeurs hédoniques des solutions sucrées en relation avec la proximité du début du cycle menstruel (*fig. 2*). Ces résultats confirment les observations d'Aaron (1975). Il faut remarquer toutefois qu'après une charge intragastrique de glucose, une baisse de la préférence pour les solutions sucrées s'observe en milieu de cycle, autour de l'ovulation (Weizenbaum *et al.* 1980) ou uniquement pendant la phase lutéinique (Pliner, Fleming 1983).

Cependant les variations portant sur la valeur hédonique d'une solution de saccharose avant et après une

charge calorique, qui ont été définies par Cabanac (1971) comme le phénomène d'alliesthésie, n'ont pas été retrouvées sur les sujets à satiété, par rapport à leurs réponses à jeun. C'est notamment le cas des sujets à typologie hédonique de type II, pour lesquels on ne retrouve pas (bien qu'une tendance se dessine) l'abaissement significatif des valeurs hédoniques aux fortes concentrations avec la satiété, décrit par Thompson *et al.* (1976). Toutefois la gamme de concentrations supraliminaire explorée par ces auteurs est plus étendue que la nôtre avec une concentration maximale de 2 M, ce qui, compte tenu du faible effectif de cette catégorie de sujets pourrait expliquer, au moins partiellement, l'absence d'effet.

Le choix d'un panel composé d'étudiant(e)s en diététique (en début d'année universitaire) correspond à la nécessité d'obtenir des sujets motivés et non rétribués capables d'une attention soutenue au cours des tests. Il est possible que les vocations de ces étudiant(e)s correspondent à des profils de préférences alimentaires et à des réponses hédoniques particulières. Cependant, les consignes données et les enseignements reçus n'incluaient aucune information relative aux résultats possibles de nos tests. Si l'absence de réponse alliesthésique peut résulter de la particularité de notre échantillon, en revanche, les données obtenues qui ne confirment pas les variations des seuils de reconnaissance gustative en fonction des variations à court terme de l'état métabolique, constituent une base nouvelle de discussion (Pasquet *et al.* sous presse) pour l'étude des variations possibles de la perception gustative.

Remerciements

Les auteurs remercient les étudiants qui, dans le cadre des travaux pratiques de l'option diététique du département Génie Biologique de l'IUT de Créteil (France), ont accepté de prendre part aux tests. La critique constructive des lecteurs anonymes, que nous remercions, nous a permis par ailleurs de clarifier la présentation de ces résultats.

BIBLIOGRAPHIE

- AARON (M.) 1975, Effect of the menstrual cycle on subjective ratings of sweetness, *Perceptual and Motor Skills* 40: 974.
- ALBERTI (A.), FRUTTINI (D.), SEREVILI (M.) 1998, Gustatory and food habit changes during the menstrual cycle, *International Journal of Vitamin and Nutrition Research* 68: 149-153.
- BERRIDGE (K.C.) 1991, Modulation of taste affect by hunger, caloric satiety, and sensory-specific satiety in the rat, *Appetite* 16: 103-120.
- CABANAC (M.) 1971, Physiological role of pleasure, *Science* 173: 1103-1107.
- FRYE (C.A.), CRYSTAL (S.), WARD (K.D.), KANAREK (R.B.) 1994, Menstrual cycle and dietary restraint influence taste preferences in young women, *Physiology and Behavior* 55: 561-567.
- FRYE (C.A.), DEMOLAR (G.L.) 1994, Menstrual cycle and sex differences influence salt preference, *Physiology and Behavior* 55: 193-197.
- GLOCKNER (L.), FIKENTISHER (R.), ULRICH (F.E.) 1986, Taste perception in fasting overweight patients, *Z. Gesamte Inn Med* 41: 244-246.
- HELLEKANT (G.), HLADIK (C.M.), DENNYS (V.), SIMMEN (B.), ROBERTS (T.W.), GLASER (D.) 1993, On the relationship between sweet taste and seasonal body weight changes in a primate (*Microcebus murinus*), *Chemical Senses* 18: 27-33.
- HLADIK (C.M.), PASQUET (P.) 1999, Évolution des comportements alimentaires : adaptations morphologiques et sensorielles, *Bulletins et Mémoires de la Société d'Anthropologie de Paris*, n.s., 11 : 307-332.
- HLADIK (C.M.), RAZANAMPARANY (J.L.), MONNEUSE (M.-O.) 2004, Évaluation sensorielle de la perception des ignames de Madagascar, dans le contexte des connaissances actuelles en psychophysiologie de la gustation, *Bulletin Acad. Natl. Arts Lett. Sci.* 82 : 491-500.
- KUGA (M.), IKEDA (M.), SUZUKI (K.) 1999, Gustatory changes associated with the menstrual cycle, *Physiology and Behavior* 66: 317-322.
- MOSKOWITZ (H.W.), KUMARAIAH (V.), SHARMA (K.N.), JACOBS (H. L.), SHARMA (S.D.) 1975, Cross-cultural differences in simple taste preferences, *Science* 190: 1217-1218.
- NASSER (J.) 2001, Taste, food intake and obesity, *Obesity reviews* 2: 213-218.
- PANGBORN (R.M.) 1959, Influence of hunger on sweetness preferences and taste thresholds, *American Journal of Clinical Nutrition* 7: 280-286.
- PASQUET (P.), MONNEUSE (M.O.), SIMMEN (B.), MAREZ (A.), HLADIK (C.M.) sous presse, The relationship between taste threshold and hunger under debate, *Appetite*.
- PLINER (P.), FLEMING (A.S.) 1983, Food intake, body weight, and sweetness preferences over the menstrual cycles in humans, *Physiology and Behavior* 30: 663-666.
- ROLLS (E.T.) 2004, Taste, olfactory, textures and temperature multimodal representations in the brain, and their relevance to the control of appetite, *Primatologie* 6: 5-32.
- SIMMEN (B.), HLADIK (C.M.), MARTIN (R.D.) 1995, Sweet and bitter taste discrimination and energy requirements in non-human primates, *Chemical Senses* 20: 153.
- SIMMEN (B.), PASQUET (P.), HLADIK (C.M.) 2004, Methods for assessing taste abilities and hedonic responses in human and non-human primates, in H. Macbeth, J. MacClancy (eds), *Researching Food Habits: Methods and Problems*, Berghann Books, Oxford, p. 87-99.
- THAN (T.T.), DELAY (E.R.), MAIER (M.E.) 1994, Sucrose thresholds variation during the menstrual cycle, *Physiology and Behavior* 56: 237-239.
- THOMPSON (D.A.), MOSKOWITZ (H.R.), CAMPBELL (R.G.) 1976, Effects of body weight and food intake on pleasantness ratings for a sweet stimulus, *Journal of Applied Physiology* 41: 77-83.
- WEIZENBAUM (F.), BENSON (B.), SOLOMON (L.), BREHONY (K.) 1980, Relationship among reproductive variables, sucrose taste reactivity and feeding behavior in humans, *Physiology and Behavior* 24: 1053-1056.
- WRIGHT (P.), CROW (R.A.) 1973, Menstrual cycle: effect on sweetness preferences in women, *Hormones and behavior* 4: 387-391.
- YAXLEY (S.), ROLLS (E.T.), SIENKIEWICZ (Z.J.), SCOTT (T.R.) 1985, Satiety does not affect gustatory activity in the nucleus of the solitary tract of the alert monkey, *Brain Research* 347: 85-93.
- ZVEREV (Y.) 2004, Effect of caloric deprivation and satiety on sensitivity of the gustatory system, *BMC Neuroscience* 5: 5.